植 物 分 类 学 报 36 (1):47~52 (1998)
Acta Phytotaxonomica Sinica

三尖杉科的核形态学研究*

顾志建 周其兴 岳中枢
(中国科学院昆明植物研究所 昆明 650204)

A KARYOMORPHOLOGICAL STUDY OF CEPHALOTAXACEAE

GU Zhi-Jian ZHOU Qi-Xing YUE Zhong-Shu
(*Kunming Institute of Botany, the Chinese Academia Sciences*, Kunming 650204)

Abstract The present paper has investigated the karyomorphology of 4 species in the Cephalotaxaceae for the first time. The morphology of interphase nuclei of all these species was found to belong to the complex chromocenter type, to be with a big dark-stained chromatin block which lies in one side of cells and many dark-stained chromatin particles evenly distributed in the cells. And the somatic chromosomes at mitotic prophase of these species belong to the interstitial type, contain many heterochromatic and euchromatic segments arranged one after another. The karyotypes of metaphase chromosomes were formulated to be K2n = 24 = 21m + 1M + 2sm(2SAT) for *C. fortunei*, K2n = 24 = 19m + 3M + 2sm(2SAT) for *C. alpina*, K2n = 24 = 22m + 2sm(2SAT) for *C. oliveri*, and K2n = 24 = 22m(1SAT) + 2sm(2SAT) for *C. mannii*. The karyotype asymmetry of *C. fortunei*, *C. alpina* and *C. mannii* was all of 2A type, except that of *C. oliveri* being 2B type. The centromeric terminalization value (T.C.%) was 53.99% for *C. fortunei*, 53.93% for *C. alpina*, 54.47% for *C. mannii* and 53.53% for *C. oliveri* respectively. The four species in the Cephalotaxaceae share the similar karyotype at the metaphase stage, in which No.1 to No.22 were m-chromosomes (including M-chromosomes), and No.23 to No.24 were sm-chromosomes with satellites on their short arms. As these two sm-chromosomes with satellites were stable and obvious, we consider them as chromosomes typical of the Cephalotaxaceae. Nevertheless there also exist differences among the four species, i.e. No.22 m-chromosome of *C. mannii* still having a satellite on its short arm, while there were no satellites on the short arms of the other three species. In addition, the number and location of secondary constriction of the other three species are different from each other, but no satellites were observed in *C. alpina* because of the extreme contraction of the chromosomes. From the karyotypic parameters mentioned above, *C. fortunei* and *C. alpina* have the closest relationship.

Key words Cephalotaxaceae; Karyomophology

摘要 4种三尖杉科植物的核形态结构的研究结果如下:它们的间期核均为复杂染色中心型,分裂前期染色体属于中间型,体细胞分裂中期染色体的核型为:(1)三尖杉 *Cephalotaxus fortunei* Hook.f., K2n = 24 = 21m + 1M + 2sm(2SAT),核型不对称性属于2A型,着丝点端化值(T.C.%)为53.99;(2)高山三尖杉 *C. alpina* (Li)L.K.Fu, K2n = 24 = 19m + 3M + 2sm(2SAT),核型不对称性属于2A型,T.C.%值为53.93;(3)海南粗榧(西双版纳粗榧)*C. mannii* Hook.f., K2n = 24 = 22m(1SAT) + 2sm(2SAT),核型不

---

* 云南省自然科学基金项目95C084M。
1997-05-25收稿,1997-09-29收修改稿。

对称性属于2A型，T.C.%值为54.47；(4)篦子三尖杉 *C. oliveri* Mast.，K2n＝24＝22m＋2sm(2SAT)，核型不对称性属于2B型，T.C.%值为53.53。4种三尖杉的染色体结构都是1～22号染色体为m染色体，23和24号染色体为sm染色体并具随体，其随体较大而稳定。它们的核形态结构较为相似，从核型参数上看似乎三尖杉和高山三尖杉的亲缘关系最近，种间的中期染色体结构也有一些细微差异。除三尖杉 *C. fortunei* 仅有染色体数目的报道外，这4个种的核形态研究为首次报道。

关键词 三尖杉科；核形态学

三尖杉科 Cephalotaxaceae 植物主要分布于东亚南部及中南半岛北部；在我国，分布于横断山脉以东，秦岭至大别山及江苏南部以南的广阔地区与台湾。傅立国(1984)对该科植物进行了系统分类研究，确认三尖杉科仅有三尖杉属 *Cephalotaxus* 1属2组共9种，我国有8种。其中他将三尖杉的变种高山三尖杉独立为种，并把海南粗榧、西双版纳粗榧和印度三尖杉归并为1种，即海南粗榧 *C. mannii* Hook. f.。李莹等(1986)在研究篦子三尖杉 *C. oliveri* 的胚胎学时，发现篦子三尖杉和三尖杉科其它种在胚胎发生和发育过程中存在明显的差异。胡玉熹等(1986，1984)分别研究了三尖杉科植物的叶片和茎的次生韧皮部的解剖结构，篦子三尖杉和其它种的三尖杉也存在一些明显的差异，因而他们都支持三尖杉属分为篦子三尖杉组和三尖杉组的意见。三尖杉科植物的细胞学研究仅有三尖杉 *C. fortunei* 染色体数目(2n＝24)的报道(Sax & Sax, 1933)以及陈可咏(1995)对粗榧 *C. sinensis* 核型的报道，其它种还未涉足。为进一步了解三尖杉科植物表形性状的变异与它们的染色体结构变异的相互联系，本文对4种三尖杉科植物(按傅立国1984年的分类标准)核形态学进行比较研究，从遗传与变异的角度去作深入地探讨，这将有助于认识三尖杉科植物种间的亲缘联系和进化趋势。

1 材料和方法

本文报道的4种植物实验材料均引种并栽培于中国科学院昆明植物研究所植物园(表1)，取新生根尖用0.05%的秋水仙素溶液于室温下处理16 h，3∶1的95%乙醇∶冰乙酸于冰水中固定30 min。1∶1的45%冰乙酸∶1 mol/L盐酸在60 ℃下解离60 s，1%的醋酸地衣红染色和常规压片，并显微摄影和制作永久装片。间期核和分裂前期染色体的构形分类按Tanaka(1977，1971)的标准，体细胞分裂中期核型分析根据李懋学和陈瑞阳

表1 4种三尖杉植物的材料来源

Table 1 Origin of 4 species in Cephalotaxaceae

种类 Species	材料来源 Origin of materials	凭证标本 Voucher
三尖杉 *C. fortunei*	云南文山 Wenshan, Yunnan	96001
高山三尖杉 *C. alpina*	云南丽江 Lijiang, Yunnan	96002
海南粗榧 *C. mannii*	云南西双版纳 Xishuangbanna, Yunnan	96003
篦子三尖杉 *C. oliveri*	四川灌县华西植物园 Huaxi Botanical Garden, Sichuan	96004

(1985)的标准，核型不对称性按 Stebbins (1971) 的分类标准，核型不对称程度的计算采用荒野久男和齐藤一男(1975)的方法，即着丝点端化值(T.C.%)＝(染色体长臂总长度/染色体总长度)×100，凭证标本存放于中国科学院昆明植物研究所植物园。

2　结果和讨论

4 种三尖杉植物的核形态结构较为相似,间期核由一些染色较深的异染色质颗粒集聚成一个较大的块状,分布于细胞的一侧,其周围还有许多染色较深的异染色质颗粒,属于复杂染色中心型;分裂前期染色体由染色较深的异固缩节段和染色较浅的常染色质节段相间排列,这种构形为中间型(Tanaka, 1977, 1971)(图 1: A, B)。体细胞的中期核型(其参数见表 2)如下:

表 2　4 种三尖杉科植物的核型参数表
Table 2　The karyotype data of 4 species in Cephalotaxaceae

Chromosome	*C. alpina* 2n = 24 = 19m + 3M + 2sm(2SAT)			*C. fortunei* 2n = 24 = 21m + 1M + 2sm(2SAT)			*C. oliver* 2n = 24 = 22m + 2sm(2SAT)			*C. mannii* 2n = 24 = 22m(1SAT) + 2sm(2SAT)		
No.	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC
1	5.18	1.19	m	4.93	1.50	m	5.14	1.02	m	5.16	1.33	m
2	5.01	1.15	m	4.90	1.05	m	4.97	1.25	m	5.00	1.24	m
3	4.82	1.28	m	4.76	1.12	m	4.73	1.03	m	4.97	1.13	m
4	4.72	1.16	m	4.64	1.06	m	4.70	1.03	m	4.66	1.08	m
5	4.58	1.00	M	4.53	1.04	m	4.67	1.14	m	4.54	1.08	m
6	4.47	1.30	m	4.50	1.13	m	4.64	1.13	m	4.51	1.07	m
7	4.40	1.09	m	4.44	1.32	m	4.62	1.08	m	4.51	1.07	m
8	4.34	1.02	m	4.39	1.18	m	4.58	1.11	m	4.50	1.13	m
9	4.34	1.02	m	4.36	1.07	m	4.53	1.21	m	4.44	1.20	m
10	4.27	1.05	m	4.36	1.07	m	4.40	1.18	m	4.44	1.10	m
11	4.23	1.07	m	4.36	1.58	m	4.35	1.22	m	4.32	1.02	m
12	4.15	1.03	m	4.31	1.04	m	4.24	1.24	m	4.29	1.03	m
13	4.15	1.03	m	4.25	1.13	m	4.17	1.16	m	4.29	1.03	m
14	4.12	1.25	m	4.22	1.00	M	4.10	1.07	m	4.20	1.08	m
15	4.12	1.34	m	4.16	1.18	m	4.05	1.17	m	4.11	1.16	m
16	4.02	1.07	m	4.11	1.15	m	4.03	1.13	m	3.94	1.12	m
17	4.02	1.28	m	4.11	1.15	m	4.01	1.04	m	3.92	1.06	m
18	3.95	1.19	m	4.06	1.03	m	3.98	1.06	m	3.83	1.02	m
19	3.84	1.18	m	3.97	1.02	m	3.95	1.12	m	3.79	1.14	m
20	3.80	1.08	m	3.72	1.03	m	3.85	1.08	m	3.76	1.09	m
21	3.67	1.00	M	3.58	1.08	m	3.64	1.04	m	3.57	1.30	m
22	3.67	1.00	M	3.57	1.23	m	3.64	1.02	m	3.32	1.66	m *
23	3.17	2.60	sm *	2.75	2.27	sm *	2.59	2.20	sm *	3.08	2.82	sm *
24	2.93	1.96	sm *	2.70	2.70	sm *	2.49	2.23	sm *	2.85	2.73	sm *

RL: relative length. AR: arm ratio. PC: position of centromere.　* SAT-chromosome

2.1　高山三尖杉 *C. alpina*(图 1:C, G) 2n = 24 = 19m + 3M + 2sm(2SAT),中期染色体由 22 条(第 1～22 号)中部着丝点染色体和 2 条(第 23 和 24 号)近中部着丝点染色体组成,其中第 5、21 和 22 号染色体为正中部着丝点染色体。2 条近中部着丝点染色体的短臂上具较大而明显的随体。本种由于染色体收缩太短,次缢痕结构观察不清楚。着丝点端化值为 53.93%,染色体长度比为 1.77,平均臂比值为 1.22, 按 Stebbins(1971)核型不对称性的分类标准为 2A 型。

A B C D
10μm
E F

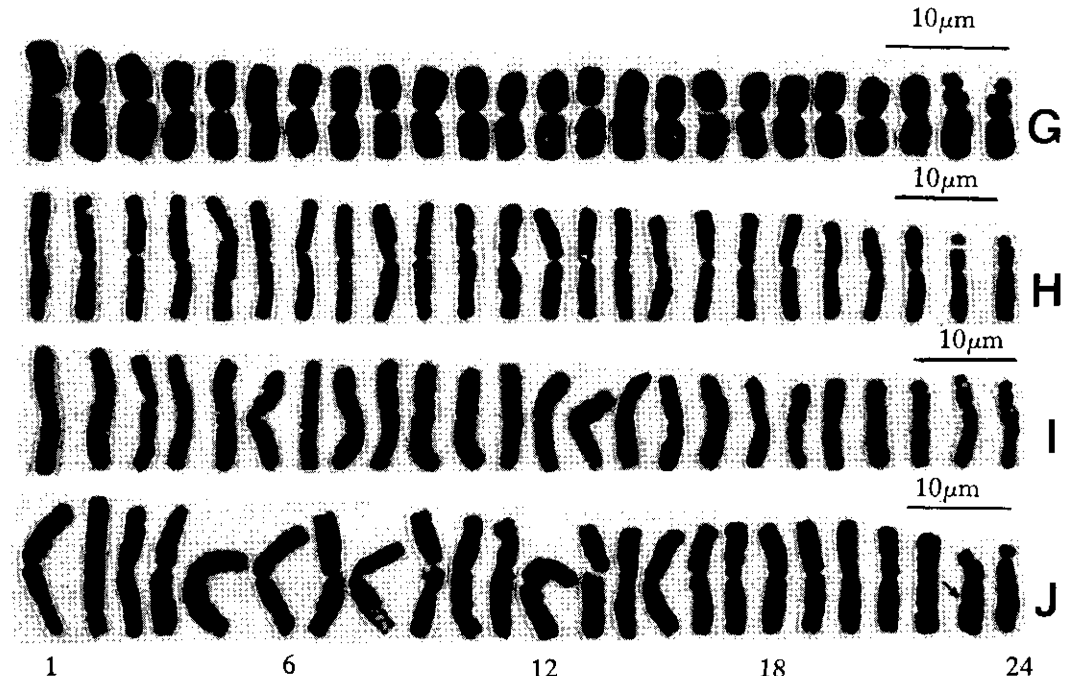


图1 4种三尖杉的体细胞间期核，有丝分裂前期染色体和体细胞中期染色体及核型图 A.间期核；B.前期染色体．C～J．中期染色体及核型图：C，G.高山三尖杉；D，H.三尖杉；E，I.海南粗榧；F，J.篦子三尖杉．

Fig. 1 The karyogram and interphase nuclei in somatic cell, somatic chromosomes at mitotic prophase and mitotic metaphase of 4 species in *Cephalotaxus* A. Interphase Nuclei; B. Chromosomes at mitotic prophse. C～J. Chromosomes at meta-phase and Karyogram: C, G. *Cephalotaxus alpina*; D, H. *C. fortunei*; E, I. *C. mannii*; F, J. *C. oliveri*.

2.2　三尖杉 *C. fortunei*（图 1:D, H)2n = 24 = 21m + 1M + 2sm(2SAT)，中期染色体由22 条(第 1～22 号)中部着丝点染色体和 2 条(第 23 和 24 号)近中部着丝点染色体组成，其中第 14 号染色体为正中部着丝点染色体。2 条近中部着丝点染色体的短臂上具较大而明显的随体。第 9、12、17、18、22 号染色体的长臂和第 5、6 号染色体的短臂具次缢痕结构。着丝点端化值为 53.99%，染色体长度比 1.83，平均臂比值为 1.26，核型不对称性为 2A 型。

2.3　海南粗榧 *C. mannii*（图 1:E, I) 2n = 24 = 22m(1SAT) + 2sm(2SAT)，中期染色体由 22 条(第 1～22 号)中部着丝点染色体和 2 条(第 23 和 24 号)近中部着丝点染色体组成，没有观察到正中部着丝点染色体。除 2 条近中部着丝点染色体的短臂具随体外，第 22 号中部着丝点染色体的短臂上也具随体。第 2、12 号染色体的长臂和第 3、5 号染色体的短臂具次缢痕。着丝点端化值为 54.47%，染色体长度比为 1.81，平均臂比值为 1.28，核型不对称性为 2A 型。

2.4　篦子三尖杉 *C. oliveri*（图 1:F, J) 2n = 24 = 22m + 2sm(2SAT)，中期染色体由 22 条(第 1～22 号)中部着丝点染色体和 2 条(23 和 24 号)带随体的近中部着丝点染色体组成，同样也没有观察到正中部着丝点染色体。其中第 1、9、23 号染色体的长臂和第 1、3、10 号染色体的短臂具次缢痕。着丝点端化值为 53.53%，染色体长度比为 2.06，平均臂比值为 1.21，该种的核型不对称性为 2B 型。

除 Sax & Sax(1933)报道了三尖杉的染色体数目外，本文对这 4 种三尖杉植物的核形态结构研究的报道为首次。从分析结果看，它们的间期核和分裂前期染色体构形属于同一类型，中期染色体的结构都由 22 条(1～22 号)中部着丝点染色体和 2 条(23、24 号)近中部着丝点染色体组成。值得一提的是，这 2 条近中部着丝点染色体的短臂上都具较大而明显的随体结构，而且在每一个种的每一个细胞中都相当稳定。陈可咏(1995)在研究粗榧 *C. sinensis* 的核型时也观察到同样的结构，因此我们认为这 2 条近中部着丝点染色体可作为三尖杉科植物具有代表性的染色体或是特征染色体。4 种三尖杉植物的核形态结构较为相近。从核型的参数来看，三尖杉和高山三尖杉又最为相近，但仔细分析它们的中期染色体结构也存有一些差异，如海南粗榧的第 22 号染色体中部着丝点染色体短臂上具 1 随体，这是其它 3 种没有的。三尖杉具有 1 条正中部着丝点染色体(M 染色体)，高山三尖杉具有 3 条 M 染色体，其余 2 个种都没有 M 染色体。每一种染色体的参数值和着丝点端化值也表现出一些差异，按核型对称性的分类标准，篦子三尖杉为 2B 型，其它 3 种则为 2A 型。除高山三尖杉因染色体收缩太短，次缢痕结构没有观察到外，其它 3 种之间的次缢痕结构无论是数目还是位置都不相同。如三尖杉的 7 条染色体具有次缢痕，海南粗榧的 4 条染色体具有次缢痕，而篦子三尖杉的 6 条染色体具有次缢痕结构，特别是篦子三尖杉的特征染色体(2 条 sm 染色体)中的 23 号染色体的长臂上具次缢痕(如图版中箭头所示)，其他几种(包括陈可咏研究的粗榧)的这对特征染色体都没观察到次缢痕，这表现出篦子三尖杉与其它几种之间存在着较为明显的差异。由于裸子植物的遗传与变异相对其他类群植物来说其保守性要强些，或是相对稳定。因此在种间的核型结构上一般不会有较大的变异，但它们间所表现出的一些细微的差异是不能忽视的，也许这些染色体结构上的细微差异与表形性状的变异有一定的相关性。

参 考 文 献

陈可咏，1995．粗榧的核型及性染色体．植物学报，37(2)：159～161

李懋学，陈瑞阳，1985．关于植物核型分析的标准化问题．武汉植物学研究，3(4)：297～302

李莹，王伏雄，陈祖铿，1986．篦子三尖杉的胚胎学研究及其系统位置的探讨．植物分类学报，24(6)：411～422

郑万钧，傅立国，1978．中国植物志(第7卷)．北京：科学出版社

胡玉熹，1984．三尖杉属植物叶片结构的比较观察．植物分类学报，22(4)：289～296

胡玉熹，邵伟，1986．三尖杉属植物茎次生韧皮部的比较解剖．植物分类学报，24(6)：423～427

傅立国，1984．三尖杉属的研究．植物分类学报，22(4)：277～288

荒野久男，齐藤一男，1975．Cytological studies in Family Campanulaceae Ⅱ．La Kromosomo，99：3072～3081

Sax K，Sax H J，1933．Chromosome number and morphology in the conifers．J Arn Arb，14：356～375

Stebbins G L，1971．Chromosomal Evolution in Higher Plants．London：Edward Arnold．87～90

Tanaka R，1971．Types of resting nuclei in Orchidaceae．Bot Mag Tokyo，84：118～122

Tanaka R，1977．Recent karyotype studies．In：Ogawa K *et al*．eds．Plant Cytology．Tokyo：Asakura Shoten．293～326(in Japanese)